



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenl gungsschrift**
⑩ **DE 41 17 815 A 1**

⑳ Aktenzeichen: P 41 17 815.7
㉑ Anmeldetag: 31. 5. 91
㉒ Offenlegungstag: 3. 12. 92

⑤ Int. Cl. 5:
G 05 B 11/01
B 60 R 16/02
G 11 C 17/00
G 11 C 7/00
H 01 L 27/00

DE 41 17 815 A 1

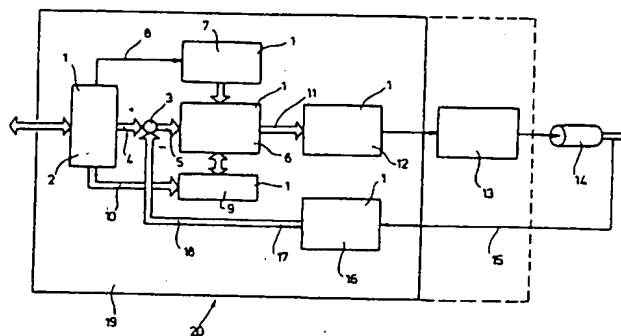
㉗ Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 7000 Stuttgart, DE

㉘ Erfinder:
Bitzer, Rainer, Dipl.-Ing., 7252 Weil der Stadt, DE;
Haegeler, Karl-Heinz, Dipl.-Phys. Dr., 7143 Vaihingen,
DE; Dittmer, Bernd, Dipl.-Ing., 7140 Ludwigsburg,
DE; Wieja, Thomas, Dipl.-Ing., 7412 Eningen, DE;
Schneider, Helmut, Dipl.-Ing., 7075 Mutlangen, DE;
Schwarz, Franz, Dipl.-Ing., 7143 Vaihingen, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Regelungsanordnung, insbesondere für Kraftfahrzeuge

⑤7 Die Erfindung betrifft eine Regelungsanordnung, insbesondere für Kraftfahrzeuge, mit einem Regelstreckenelement und einer (einen Mikrocontroller aufweisenden) elektrischen Regelschaltung, die als Komponenten einen Regler (Rechenwerk), eine Istwert-Auswerteschaltung, eine Schnittstelle zur übergeordneten Elektronik, eine Endstufenansteuerung und eine Programmsteuereinheit mit Speicher aufweist. Sie zeichnet sich dadurch aus, daß die Komponenten (1) als Elektronik-Vor-Ort-Chip oder auf einem Substrat (19) eines digital arbeitenden Mikrocontrollers (20) angeordnet sind und der Elektronik-Vor-Ort-Chip (beziehungsweise Regler-Peripherie-IC) dezentral, also direkt am Regelstreckenelement, im Sinne einer mechatronischen Komponente angeordnet ist.



Sp. 3, 15

DE 41 17 815 A 1

Stand der Technik

Die Erfindung betrifft eine Regelungsanordnung, insbesondere für Kraftfahrzeuge, mit einem Regelstreckenelement und einer einen Mikrocontroller aufweisenden elektrischen Regelschaltung, die als Komponenten einen Regler (Rechenwerk), eine Istwert-Auswertungsschaltung und eine Programmsteuereinheit mit Speicher aufweist. Der Regler ist vorzugsweise als RISC-Rechenwerksstruktur für eine digitale Funktionsweise ausgebildet. Als weitere Komponenten sind vorzugsweise eine Leistungsendstufenansteuerung und/oder eine Leistungsendstufe und eine insbesondere genormte μ C-Schnittstelle vorgesehen.

In vielen Bereichen der Technik werden Regelungsanordnungen eingesetzt. Oftmals ist die Anwendung von schnellen Regelungsanordnungen erforderlich. Dies gilt auch in der Kraftfahrzeugtechnik, wo Regelungsanordnungen mit Zeitkonstanten < 1 ms eingesetzt werden. Derart kleine Zeitkonstanten sind beispielsweise bei Dämpferventilen in der Fahrwerksregelung notwendig. Hier treten Zeitkonstanten unter anderem von etwa 5 ms auf. Soll eine derartige Regelungsanordnung von dem Mikrocontroller des zentralen Kraftfahrzeug-Steuergeräts mit betrieben werden, so treten aufgrund der begrenzten Rechenkapazität eines derartigen zentralen Mikrocontrollers zeitliche Probleme bei der Bearbeitung auf. Ferner führt die zentrale Lage des Steuergeräts des Kraftfahrzeugs gegenüber der dezentralen Regelungsanordnung zu relativ langen Verbindungsleitungen, die eine hinreichende elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) nicht sicherstellen, so daß Störungen zu befürchten sind, die den Regelungsablauf ungewollt beeinflussen können. Des weiteren entsteht erhöhter Aufwand bei der Leitungsführung (Kabelbaum).

Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäße Regelungsanordnung mit den im Hauptanspruch genannten Merkmalen hat demgegenüber den Vorteil, daß quasi ein Regler-Peripherie-IC geschaffen ist, das auf einem Substrat die erforderlichen Komponenten aufweist. Die Komponenten können auch als Teil eines digital arbeitenden Mikrocontrollers ausgebildet sein. Dieses Regler-Peripherie-IC ist bevorzugt als "Elektronik-Vor-Ort-Komponente" hinsichtlich seiner Funktion, Chipfläche und auch seiner Kosten optimiert. Die Integration sämtlicher Komponenten auf einem Chip bei gleichzeitiger Begrenzung der Rechenkapazität auf einen Regelungsalgorithmus stellt eine ökonomische Lösung dar, wobei durch die im Hinblick auf das Fahrzeugdezentrale Anordnung (Vor-Ort-Anordnung) des Mikrocontrollers in unmittelbarer Nähe zum Stellglied lange Verbindungsleitungen entfallen, so daß elektromagnetische Störungen, Einkopplungen und Übersprechen verhindert sind.

Bei einer Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, daß die Regelschaltung einen Daten/Parameter-Speicher auf dem Substrat aufweist. In diesem auf dem Chip integrierten Daten/Parameter-Speicher sind unter anderem die Koeffizienten für den Regelalgorithmus gespeichert.

Für den Betrieb des Regelstreckenelements ist eine Endstufe erforderlich, die vorzugsweise mit auf dem Chip integriert ist. Auf jeden Fall ist jedoch vorgesehen,

daß eine die Endstufe ansteuernde Endstufenansteuerereinheit mit auf dem Substrat der Regelschaltung angeordnet wird.

Nach einer Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, daß die Regelschaltung mindestens eine Schnittstelle für eine Programmeingabe und/oder eine Daten/Parameter-Eingabe und/oder regelungstechnische Sollwert-Vorgabe und/oder eine Status-Eingabe und/oder eine externe Informationsein- und -ausgabe auf dem Substrat aufweist. Diese Schnittstelle kann als Bus-Schnittstelle (Mikrocontroller-Bus, CAN) ausgebildet sein.

Vorzugsweise ist eine digitale Form der Implementierung eines Regelalgorithmus vorgesehen. Dies schließt Störungen im Regler aus.

Für eine besonders ökonomische Ausgestaltung ist vorgesehen, daß die Komponenten auf dem Chip der Regelungsschaltung flächen- und im Hinblick auf regelungstechnische Anforderungen optimiert/spezialisiert ausgebildet sind. Es wird also im Gegensatz zu dem aus dem Stand der Technik bekannten Steuergerät nicht ein Mikrocontroller mit großer Kapazität und komplexer Ausbildung zum Einsatz gebracht, sondern ein für die Regelungsaufgaben optimierter Regler-Peripherie-IC mit einem auf die Belange der digitalen Regelungstechnik abgestimmten minimalen Befehlssatz vorgesehen.

Für eine große Flexibilität ist es vorteilhaft, daß der Daten/Parameter-Speicher als RAM ausgebildet ist. Sofern jedoch die Parameter und Regelungskriterien — insbesondere bei einer Serienproduktion — feststehen, kann für eine Kostenoptimierung auch vorgesehen sein, daß der Daten/Parameter-Speicher als ROM ausgebildet ist.

Die vorstehend bereits genannte Schnittstelle kann vorzugsweise als CAN-Schnittstelle ausgebildet sein. Über eine CAN-Verbindung kann daher ein Datenaustausch mit anderen Komponenten des Gesamtsystems, zum Beispiel mit anderen elektrischen/elektronischen Komponenten des Kraftfahrzeugs, wie zum Beispiel dem zentralen Steuergerät, vorgesehen sein.

Alternativ ist es jedoch auch möglich, daß die Schnittstelle als Mikroprozessor-Schnittstelle, insbesondere Mikroprozessor-Parallelschnittstelle, ausgebildet ist. Über diese Schnittstelle können Programme, Parameter, Statusinformationen und regelungstechnische Systemgrößen geladen beziehungsweise abgefragt werden. Ferner eignet sich diese Schnittstelle für einen Chiptest beziehungsweise eine Diagnose.

Insbesondere bei Anwendungen außerhalb der KFZ-Technik ist es auch möglich, Schnittstellen für die Anbindung an Industrie-Bussysteme vorzusehen.

Die Gesamtstruktur des zuvor beschriebenen Regler-Peripherie-ICs könnte auch als zusätzliche On-Chip-Peripherie-Einheit auf einem komplexeren μ C/ μ P (Microcontroller/Micro-Prozessor) integriert werden.

Zeichnung

Die Erfindung wird anhand einer Figur näher erläutert. Diese zeigt ein Blockschaltbild der Regelungsanordnung.

Beschreibung des Ausführungsbeispiels

Die Fig. 1 zeigt ein Blockschaltbild einer Regelungsanordnung mit mehreren Komponenten 1. Bei den Komponenten 1 handelt es sich um eine Schnittstelle 2, die zu einer Summationsstelle 3 einen Sollwert 4 liefert.

Der Ausgang 5 der Summationsstelle 3 ist an einen als Rechenwerk ausgebildeten Regler 6 angeschlossen. Der Regler 6 ist an eine Programmsteuereinheit 7 angeschlossen, die einen nicht näher dargestellten Speicher aufweist. Ferner besteht eine Verbindung 8 zwischen der Schnittstelle 2 und der Programmsteuereinheit 7, um beispielsweise zur Schnittstelle 2 gelieferte Informationen zur Programmsteuereinheit 7, beispielsweise zur Beeinflussung des Regelungsablaufs, zu übertragen.

Ferner ist dem Regler 6 ein Daten/Parameter-Speicher 9 zugeordnet. Der Daten/Parameter-Speicher 9 steht auch mit der Schnittstelle 2 über eine Informationsstrecke 10 in Verbindung. Hierdurch ist es möglich, daß zum Beispiel externe Daten zur Vorgabe beziehungsweise Veränderung von Parametern des Regelalgorithmus zuzuleiten.

Der Ausgang 11 des Reglers 6 ist an eine Endstufenansteuereinheit 12 angeschlossen. Diese wiederum steht mit einer Endstufe 13 in Verbindung, die vorzugsweise mit Leistungshalbleitern bestückt ist. Die Endstufe 13 arbeitet mit einem Regelstreckenelement 14 zusammen. Das Regelstreckenelement 14 liefert — vorzugsweise mittels eines nicht dargestellten Sensors — einen Sensorwert 15, der einer Istwert-Auswerteschaltung 16 zugeführt wird. Am Ausgang 17 der Istwert-Auswerteschaltung 16 steht ein Istwert 18 zur Verfügung, der — mit negativem Vorzeichen — der Summationsstelle 3 zugeleitet wird.

Erfindungsgemäß ist vorgesehen, daß sämtliche Komponenten 1 auf einem Substrat 19 eines Mikrocontrollers 20 oder auf einem separaten Substrat integriert sind. Dies ist in der Figur durch die durchgezogene Umrahmung angedeutet. Alternativ ist es jedoch auch möglich, daß darüber hinaus auch noch die Endstufe 13 mit auf dem Substrat 19 integriert ist; dies ist durch die gestrichelte Linie der Figur gezeigt.

Das das Substrat 19 aufweisende Regler-Peripherie-IC arbeitet vorzugsweise digital. Dies bedeutet, daß sämtliche Komponenten 1 digital realisiert sind und sich auf dem Chip befinden. Eine rein digitale Lösung ist nicht zwingend notwendig, jedoch von großem Vorteil hinsichtlich der Integrierbarkeit und des zu verwendenden Halbleiterprozesses. Der vom Sensor 15 gelieferte Sensorwert wird nicht — wie im Stand der Technik — über einen Analog/Digital-Wandler dem System zugeführt, sondern mittels geeigneter, dem Fachmann bekannter Grundelemente direkt als Digitalwert gewonnen. Die Istwert-Auswerteschaltung 16 ist vorzugsweise für die Zusammenarbeit mit Wirbelstromsensoren ausgelegt, prinzipiell jedoch auch für andere frequenzproportionale Auswerteverfahren konzipiert.

Der digitale Regler 6 ist in Form eines flächenoptimierten und problemorientierten Rechenwerks realisiert, wobei der gesamte Befehlssatz für die regelungstechnischen Algorithmen auf die notwendigen Befehle der digitalen Regelungsstrukturen optimiert ist. Dies führt zu einer kostengünstigen Ausbildung. Es ist dabei möglich, den Befehlssatz, also das Rechenwerk, frei programmierbar in bezug auf den Regelalgorithmus und die Koeffizienten vorzusehen. Hierzu wird ein RAM eingesetzt. Für eine alternative und kostengünstigere Lösung ist es jedoch auch möglich, daß anstelle des RAM ein ROM eingesetzt wird, wodurch sich die Chipfläche verkleinern läßt.

Die Endstufe 13 arbeitet pulsweitenmoduliert mit konstanter Frequenz und vorzugsweise mit einer unterlagerten Stromregelung. Den als Transistoren ausgebildeten Leistungshalbleitern sind Freilaufdioden zuge-

ordnet. Vorzugsweise ist ein elektronisch schaltbarer Schnellfreilauf vorgesehen. Das Schaltkriterium für den Schnellfreilauf wird durch den programmierbaren Regelalgorithmus bestimmt. Damit ist der Schnellfreilauf also ein Teil der jeweils verwendeten Regelstrategie.

Die Schnittstelle 2 ist bevorzugt als CAN-Schnittstelle ausgebildet. Sie kann jedoch alternativ auch als Mikroprozessor-Schnittstelle realisiert sein. Von außen her — beispielsweise von anderen Komponenten des Kraftfahrzeugs — können zur Schnittstelle Informationen übertragen werden, die den Regelalgorithmus beeinflussen. Beispielsweise können Programme, Parameter, Statusinformationen und regelungstechnische Systemgrößen geladen beziehungsweise abgefragt werden. Ferner erlaubt die Schnittstelle einen Chiptest beziehungsweise eine Chip-Diagnose, wobei auf den einzelnen Funktionsblöcken des Regler-Peripherie-ICs Diagnose-Funktionen mit implementiert sind.

Insgesamt ist festzustellen, daß die erfindungsgemäße Regelungsanordnung aufgrund ihres rein digitalen Schaltungsaufbaus eine Strukturverkleinerung und damit eine Verkleinerung der Chipfläche ermöglicht. Aufgrund des auf regelungstechnische Aufgabenstellungen optimierten Befehlssatzes ergibt sich eine minimale kostenorientierte Ausbildung. Vorzugsweise ist ferner vorgesehen, daß eine zentrale Taktsignalerzeugung auf dem Chip erfolgt, was zur Unterstützung der zeitlichen Synchronisation von Abtasttakt der Istwert-Auswerteschaltung, dem Rechenzyklus des Reglers 6 und der Grundfrequenz der Endstufe 13 führt.

Patentansprüche

1. Regelungsanordnung, insbesondere für Kraftfahrzeuge, mit einem Regelstreckenelement und einer einen Mikrocontroller aufweisenden elektrischen Regelschaltung, die als Komponenten einen Regler (Rechenwerk), eine Istwert-Auswerteschaltung und eine Programmsteuereinheit mit Speicher aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Komponenten (1) auf einem Substrat (19) integriert sind oder Teil eines digital arbeitenden Mikrocontrollers (20) sind.
2. Regelungsanordnung nach Anspruch 1, gekennzeichnet als Elektronik-Vor-Ort-Komponente/Chip, die/das direkt (dezentral zum Steuergerät des Kraftfahrzeugs) beim Regelstreckenelement (14)/Stellglied angeordnet ist.
3. Regelungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Regelschaltung einen Daten/Parameter-Speicher (9) auf dem Substrat (19) aufweist.
4. Regelungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Regelschaltung eine Endstufenansteuereinheit (12) auf dem Substrat (19) aufweist.
5. Regelungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Regelschaltung mindestens eine Schnittstelle (2) für eine Programmeingabe und/oder eine Daten/Parameter-Eingabe und/oder eine Status-Eingabe und/oder eine externe Informationsein- und -ausgabe auf dem Substrat (19) aufweist.
6. Regelungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Komponenten (1) auf dem Chip der Regelschaltung flächen- und im Hinblick auf regelungstechnische Anforderungen optimiert/spezialisiert

ausgebildet sind.

7. Regelungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Daten/Parameter-Speicher (9) als RAM ausgebildet ist.

5

8. Regelungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Daten/Parameter-Speicher (9) als ROM ausgebildet ist.

9. Regelungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Schnittstelle (2) als CAN-Schnittstelle ausgebildet ist.

10

10. Regelungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Schnittstelle (2) als Mikroprozessor-Schnittstelle, insbesondere Mikroprozessor-Parallelschnittstelle, ausgebildet ist.

15

11. Regelungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Mikrocontroller nur mit einem Regelstreckenelement (14) zusammenwirkt.

20

12. Regelungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß sie mit dem Stellglied/Regelstreckenelement eine Elektronik-Vor-Ort-Komponente bildet.

25

13. Regelungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Leistungsstufe (13) einen Schnellfreilauf aufweist.

30

14. Regelungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die einzelnen Komponenten (1) jeweils mit einer Diagnose-Funktion für eine Überwachung der Reglerschaltung und des Stellglieds versehen sind.

35

15. Regelungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch eine zentrale Taktsignal-Erzeugung für alle Komponenten (1) zum synchronen Arbeiten im Sinne eines Abtastsystems.

40

16. Regelungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Regelungsschaltung eine rein digitale Istwert-Auswerteschaltung auf dem Substrat (19) aufweist.

45

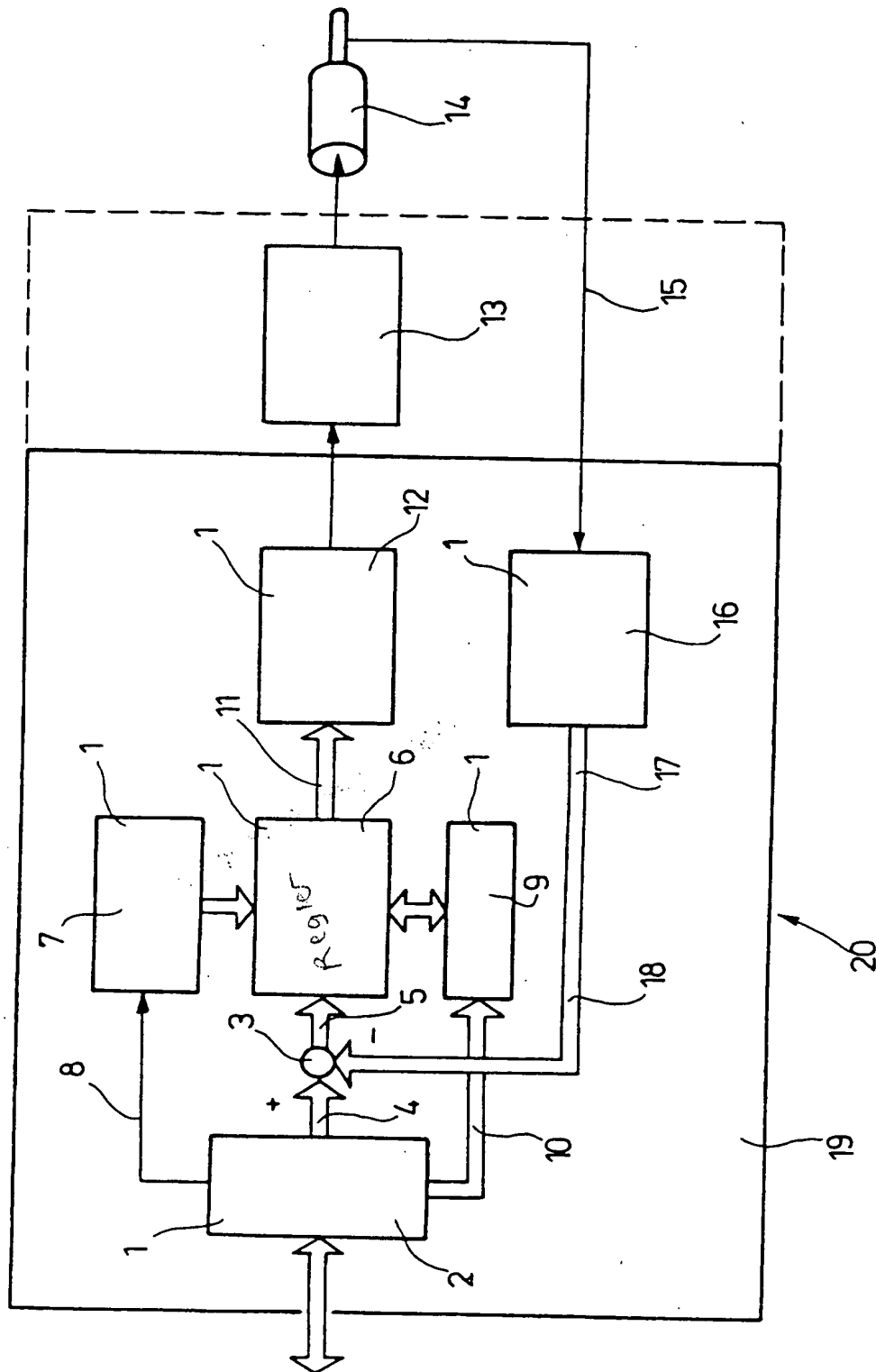
Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

50

55

60

65



THIS PAGE BLANK (USPTO)